

Применение в учебном процессе демонстрационного ролика, связанного по RS-485 с настройками реального микропроцессорного прибора, позволяет студентам лучше понять работу системы аварийной защиты и технологических блокировок, а также правильно выполнять проектирование принципиальных и монтажно-коммутационных схем.

1. Ковалевский, В. М. Алгоритмическое обеспечение учебных задач компьютерно-микропроцессорной обучающей системы [Текст] / А. И. Жученко, Міжнародна науково-технічна конференція «Сучасні методи, інформаційне, програмне та технічне забезпечення систем управління організаційно-технологічними комплексами». 26 – 27 листопада 2009. – Київ НУХТ, 2009. – с. 19 – 20.

МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ВИЗНАЧЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОГО РИЗИКУ ПРОЕКТОВАНОГО ПРОМИСЛОВОГО ОБ'ЄКТУ

Статюха Г.О., Бойко Т.В., Абрамова А.О.

Національний технічний університет України «КПІ», tvbojko@gmail.com

В даній роботі досліджені питання оцінювання ризиків проєктованих промислових об'єктів. Можна запропонувати таку структуру ризиків проєктованого промислового об'єкту, що включає екологічний ризик, ризик щодо здоров'я людини та соціальний ризик (рис.1), такі ризики є взаємозалежними та розподіленими в часі.



Рис. 1 – Схема взаємодії проєктованого промислового об'єкту
з урбанізованою екологічною системою

Згідно із концепцією оцінки впливів на навколишнє середовище (ОВНС), що є основоположною при проєктуванні промислових об'єктів та специфікою прояву небезпек на стадії проєктування промислового об'єкту, розроблено математичну модель оцінювання ризиків проєктованого промислового об'єкту (1):

$$\left\{ \begin{array}{l} R_S = CRa \cdot V_u \cdot \frac{N}{T} (1 - N_p) \\ R_A = CRa = \sum_{k=1}^n ICR_k = \sum_{i=1}^k C_i \cdot UR_i \quad \text{або} \quad R_A = \sum_{k=1}^n HQ_k = \sum_{i=1}^k C_i / RfC_i \\ R_E = \sum_{i=1}^m p_i \cdot 3_i \end{array} \right. \quad (1)$$

Комп'ютерне моделювання аварійних ситуацій і створення комп'ютерних тренажерів для хімічної промисловості

де R_s – соціальний ризик планованої діяльності, визначається як ризик групи людей, на яку може вплинути впровадження об'єкта з урахуванням природно-техногенної системи, тис.чол./рік.; CRA – канцерогенний ризик комбінованої дії декількох канцерогенних речовин, забруднюючих атмосферу (у випадку відсутності канцерогенних впливів (при розрахунку соціального ризику) приймається $CRA=1 \cdot 10^{-6}$ безрозмірний); V_u – уразливість території від прояву забруднення атмосферного повітря, відношення площі віднесеної під об'єкт господарської діяльності до площини об'єкта з санітарно-захисною зоною, частки одиниці; N – чисельність населення населеного пункту, тис.чол.; T – середня тривалість життя, рік; N_p – коефіцієнт, що визначається як відношення кількості додаткових робочих місць до загальної кількості робочих місць; R_A – ризик для здоров'я населення від забруднення атмосферного повітря; ICR_i – ризик розвитку індивідуальних канцерогенних ефектів; C_i – розрахункова середньорічна концентрація i -ої речовини, мг/м³; UR_i – одиничний канцерогенний ризик i -ої речовини, м³/мг; HQ_i – коефіцієнти небезпеки для окремих речовин; RfC_i – референтна (безпечна) концентрація i -ої речовини, мг/м³; R_E – екологічний ризик промислового об'єкта, тобто ризик змін у навколишньому природному середовищі (НПС); p_i – ймовірність виникнення негативних наслідків (незворотних змін в урбанізованій екологічній системі) від впровадження промислового об'єкта; Z_i – збитки від забруднення i -ої складової НПС (атмосфера ($i=1$), гідросфера ($i=2$), ґрунт ($i=3$)), що заподіяні внаслідок впровадження промислового об'єкта, грн.

Для знаходження ймовірнісної складової екологічного ризику проведено модифікацію існуючого методу «індекс-ризик» [1] в напрямку знаходження функціональної залежності значень ймовірностей екологічного ризику (ризиків змін в складовій НПС від впровадження промислового об'єкта) і значень індексу кожної складової НПС. Ймовірнісну складову екологічного ризику можна розрахувати згідно із розробленими залежностями (2)–(4) на трьох рівнях ієрархічної схеми:

$$p^{(1)} = \sum_{i=1}^m p_i^{(2)}, \quad (2)$$

$$p_i^{(2)} = a_i \cdot e^{b_i \cdot I_i^{(2)}}, \quad (3)$$

$$p_{i,k}^{(3)} = c \cdot e^{d \cdot I_{i,k}^{(3)}}, \quad (4)$$

де $p^{(1)}$ – ймовірнісна складова екологічного ризику НПС першого рівня; $p_i^{(2)}$ – ймовірнісна складова екологічного ризику i -ої складової НПС другого рівня; a, b – розрахункові константи, що пов'язані із специфікою складової НПС: $a_1=5,17 \cdot 10^{-9}$, $b_1=11,29$ (для атмосфери); $a_2=6,29 \cdot 10^{-10}$, $b_2=17,28$ (для гідросфери); $a_3=6,083 \cdot 10^{-8}$, $b_3=5,48$ (для ґрунту); $a_4=1 \cdot 10^{-6}$, $b_4=-37,05$ (для шумів); $a_5=8 \cdot 10^{-10}$, $b_5=7,67$ (для інфразвуку); $a_6=1 \cdot 10^{-8}$, $b_6=6,89$ (для ультразвуку); $a_{7-14}=1 \cdot 10^{-8}$, $b_{7-14}=4,95$ (для електромагнетизму, вібрацій); $a_{15}=2,47 \cdot 10^{-9}$, $b_{15}=8,93$ (для радіоактивності); e – експоненціальна функція; $I_i^{(2)}$ – індекс впливу на i -ту складову НПС; $p_{i,k}^{(3)}$ – ймовірнісна складова екологічного ризику k -ої речовини i -ої складової НПС третього рівня; c, d – розрахункові константи, що пов'язані із специфікою речовини складової НПС: $c=1 \cdot 10^{-8}$, $d=4,931$; $I_{i,k}^{(3)}$ – індекс впливу k -ої речовини i -тої складової НПС [2–4].

Проведення оцінювання рівня ймовірнісної складової екологічного ризику здійснюється відповідно до запропонованої шкали (табл.1).

На основі отриманого значення приймається рішення про прийнятність промислового об'єкта по кожній специфічній забруднюючій речовині відповідної складової НПС на

Комп'ютерне моделювання аварійних ситуацій і створення комп'ютерних тренажерів для хімічної промисловості

третьому рівні, для складової навколишнього середовища на другому рівні та для промислового об'єкту в цілому на першому рівні.

Таблиця 1 – Класифікація рівнів ймовірнісної складової екологічного ризику

<i>Рівень</i>	<i>Значення ймовірнісної складової</i>
Неприйнятний	$>10^{-6}$
Умовно прийнятний	$10^{-6} - 10^{-7}$
Прийнятний	$10^{-7} - 10^{-8}$
Безумовно прийнятний	$< 10^{-8}$

Розрахунок збитків від забруднення складових НПС, що заподіяні внаслідок впровадження проектного промислового об'єкту здійснюється згідно нормативної документації України.

Розрахунок збитків від забруднення складових НПС, що заподіяні внаслідок впровадження проектного промислового об'єкту здійснюється згідно залежностей (5)–(7):

$$Z_1 = k_1 \cdot k_2 \cdot \sum_{i=1}^k 3n_i \cdot \sum_{i=1}^k Ma_i, \text{ або } Z_1 = m_i \cdot 1,1П \cdot A_i \cdot K_T \cdot K_{zi} \cdot K_{ind}, \quad (5)$$

$$Z_2 = 1,5 \cdot k_{inf} \cdot K_{кат} \cdot K_P \cdot \sum_{i=1}^m M_i \cdot \gamma_i \cdot K_{ni}, \quad (6)$$

$$Z_3 = A \cdot \Gamma_{O3} \cdot П_d \cdot K_3 \cdot K_H \cdot K_{EG}, \quad (7)$$

де Z_1 – збитки від забруднення атмосфери промисловим об'єктом, грн.; k_1 – коефіцієнт, що враховує розташування джерела викиду; k_2 – коефіцієнт, що враховує висоту викиду; $3n$ – питомий збиток від викиду 1 тони i -го забруднювача в атмосферу, грн/т; Ma – маса викиду i -ого забруднювача в атмосферу, т/рік; Z_1 – збитки від забруднення атмосфери промисловим об'єктом, грн.; m_i – маса i -тої забруднюючої речовини, що викинута в атмосферне повітря понаднормово, т; $1,1П$ – базова ставка компенсації збитків в частках мінімальної заробітної плати (П), на момент виявлення порушення, за одну тонну умовної забруднюючої речовини грн./т; A_i – безрозмірний показник відносної небезпечності i -тої забруднюючої речовини; K_m – коефіцієнт, що враховує територіальні соціально-екологічні особливості; K_{zi} – коефіцієнт, що залежить від рівня забруднення атмосферного повітря населеного пункту i -тою забруднюючою речовиною; K_{ind} – коефіцієнт індексації, що враховує інфляційні процеси; Z_2 – збитки у разі та несанкціонованих скидів забруднюючих речовин у поверхневі води; k_{inf} – коефіцієнт інфляції на дату (рік) розрахунку збитків; $K_{кат}$ – коефіцієнт, що враховує категорію водного об'єкту; K_P – регіональний коефіцієнт дефіцитності водних ресурсів; M_i – маса скинутої i -ої забруднюючої речовини, т; γ_i – питомий, економічний збиток забруднення i -ою забруднюючою речовиною, грн./т; K_{ni} – коефіцієнт, що враховує зменшення питомих витрат на ліквідацію забруднення із зростанням масштабу забруднення; Z_3 – розмір збитків від забруднення ґрунту, грн.; A – питомі витрати на ліквідацію наслідків забруднення земельної ділянки, значення якого дорівнює 0,5; Γ_{O3} – нормативна грошова оцінка земельної ділянки, що зазнала забруднення (засмічення), грн./м²; $П_d$ – площа забрудненої земельної ділянки, м²; K_3 – коефіцієнт, що характеризує вміст забруднюючих речовин (м³) в об'ємі забрудненої землі (м³) залежно від глибини просочування; K_H – коефіцієнт небезпечності забруднюючих речовин; K_{EG} – коефіцієнт еколого-господарського значення земель.

Розроблений спосіб визначення такого ризику як екологічний вже на етапі проектування промислових об'єктів, що базується на системі індексів урбанізованих екосистем, дозволяє отримати оцінки та здійснювати контроль за якістю та екологічною безпекою НПС та орієнтуватися не тільки на шкоду здоров'ю людини, але й на інші «відповідні реакції» НПС.

1. *Бойко, Т.В.* К вопросу определения рисков при оценке воздействий техногенных объектов на окружающую среду [Текст] / Т.В. Бойко // Восточно-европейский журнал передовых технологий. – 2008. – №4/6 (34): Технология неорганических и органических веществ и экология. – С.37–41.
2. *До питання розробки методики з оцінки ризику планової діяльності на навколишнє природне середовище* [Текст] / Г.О. Статюха, В.А. Соколов, І.Б. Абрамов, Т.В. Бойко, А.О. Іщишина (Абрамова) // Захист навколишнього середовища. Енергоощадність. Збалансоване природокористування: 36. матеріалів I Міжнародного конгресу. – Львів: Видавництво Національного університету «Львівська політехніка». – 2010. – №667. – С.231–234.
3. *До питання кількісної оцінки екологічної безпеки при ОВНС* [Текст] / Г.О. Статюха, В.А.Соколов, І.Б. Абрамов, Т.В. Бойко, А.О. Абрамова // Східно – Європейський журнал передових технологій. – 2010. – №6/6 (48). – С.44–46.
4. *Статюха, Г.А.* Системне оцінювання екологічної безпеки проєктованих промислових об'єктів [Текст] / Г.О. Статюха, Т.В. Бойко, А.О. Абрамова // Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Збірник наукових праць. Тематичний випуск: Нові рішення в сучасних технологіях. – Харків: НТУ «ХПІ». – 2011. – №58. – С.70-76.

РОЗРОБКА ТА АНАЛІЗ СКЛАДОВИХ КОМП'ЮТЕРНОГО ТРЕНАЖЕРА В СЕРЕДОВИЩІ UNISIM OPERATION

Баршацький О. І., Шахновський А. М., *Янишпольський В. В.

Національний технічний університет України «КПІ», Leshia.memphis@gmail.com

*ІП "Хоневелл-Україна", Київ, Vasiliy.Yanishpolskii@honeywell.com

Визначну роль у контролі та керуванні технологічним процесом на сучасному промисловому виробництві відіграє оператор. Ця особа має бути спеціально підготовленою, враховуючи специфіку виробництва та обладнання, з яким необхідно працювати. Помилка оператора може призвести до зменшення продуктивності виробництва, до погіршення якості цільового продукту та навіть до зупинки виробництва із серйозними наслідками для підприємства та для навколишнього середовища.

Найбільш ефективною визнають підготовку операторів, що здійснюється в тих же умовах, у тому ж фізичному та психологічному стані, що й під час роботи [1, 2]. При цьому цілком очевидно, що готувати операторів на реальному виробництві є небезпечно і економічно недоцільно.

Для підготовки та тестування операторів прийнято створювати багатофункціональні комп'ютерні тренажери, які мають на меті перевірку навичок та досвіду операторів, а також навчання операторів правильно реагувати у випадку надзвичайної ситуації, враховуючи специфіку конкретного виробництва.

Комп'ютерне навчання операторів передбачає наявність високоточних математичних моделей, реалізацію моделей в динаміці, облаштування місця навчання аналогічно робочому місцю оператора на виробництві, відтворення роботи системи керування технологічним процесом з базовим управлінням, системою блокувань та захисту і алгоритмами модернізованого керування, створення робочого місця інструктора навчання, наявність методичної бази комп'ютерного навчання, розробку методів аналізу та оцінки результатів навчання [1].

Тренажери, створені фірмою Honeywell (реалізовані в Україні, зокрема, на виробництвах аміаку в м. Одеса та м. Черкаси), відповідають описаним вимогам. Роль об'єкта керування у тренажері відіграє комп'ютерна модель. При цьому базовим програмним забезпеченням для роботи тренажера є пакет UniSim Operation (USO), розроблений фірмою Honeywell. За допомогою USO в тренажері забезпечується робота моделі, зв'язок з